

данном районе (стоимость 1 кВт·ч электроэнергии для населения РСО – Алания составляет $T_{эл}=3,77$ руб./кВт·ч) и общего количества электроэнергии, вырабатываемого солнечной электростанцией в течение года W :

$$P = T_{эл} \cdot W. \quad (4)$$

$$D = 3,77 \cdot 4672 = 176134 \text{ руб.}$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T_{окуп} = \frac{116376 + 969,8}{176134} = 6,7 \text{ года.}$$

Использование солнечной электростанции для резервного электроснабжения лаборатории учебного корпуса университета можно считать экономически обоснованным, исходя из того, что средний срок окупаемости по РФ для станций подобного типа составляет 17 лет.

Список использованных источников

1. Возобновляемая энергетика в современном мире: учебное пособие / О. С. Попель, В. Е. Фортов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2015. – 450 с.
2. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. М. : БАСТЕТ, 2013. 365 с.
3. Klyuev R. V., Bosikov I. I. Research of water-power parameters of small hydropower plants in conditions of mountain territories // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2016, P. 1–5.
4. Босиков И. И., Ключев Р. В. Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса: монография, Владикавказ : Северо-Осетинский гос. ун-т им. К. Л. Хетагурова, 2015. – 123 с.

УДК 662.76

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ПОТОЧНОГО ГАЗИФИКАТОРА

NUMERICAL STUDY OF THE AERODYNAMICS OF A TWO-STAGE ENTRAINED-FLOW GASIFIER

Лаптев В. А., Никитин А. Д., Абаймов Н. А., Рыжков А. Ф.
Уральский федеральный университет, Екатеринбург,
victor6694@gmail.com

Laptev V. A., Nikitin A. D., Abaimov N. A., Ryzhkov A. F.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Для разработки эффективного газификатора ПГУ-ВЦГ необходимо провести ряд экспериментальных и численных исследований. В работе представлены результаты численного исследования аэродинамики двухступенчатого поточного экспериментального газификатора, разрабатываемого в УрФУ, при подаче окислителя в первую ступень через одно и через два симметрично расположенных тангенциальных сопла. При подаче через одно сопло возникают значительные градиенты скорости и давления, что может привести к неустойчивости процесса горения в первой ступени и преждевременному износу оборудования. При добавлении второго сопла градиенты снижаются, стабильность работы ступени и газификатора в целом возрастают.

Abstract: A number of experimental and numerical studies are necessary to develop an effective IGCC plant gasifier. The paper presents the results of a numerical study of the aerodynamics of a two-stage entrained-flow experimental gasifier, being developed in the UrFU, in cases of medium feed through one and two symmetrically arranged tangential nozzles. When medium is supplied through one nozzle, strong velocity and pressure gradients arise, which can lead to instability of the combustion process and premature deterioration of the equipment. With the addition of the second nozzle, the gradients decrease, the stability and reliability of the gasifier increases.

Ключевые слова: моделирование, вычислительная гидродинамика, газификация, парогазовая установка.

Key words: modeling, computational fluid dynamics, gasification, combined-cycle plant.

Одним из наиболее перспективных способов использования твердого топлива является использование парогазовых установках с внутрицикловой газификацией (ПГУ-ВЦГ). Отличие ПГУ-ВЦГ от ПГУ на природном газе заключается в наличии в схеме газификатора твёрдого топлива. Химический КПД современных поточных газификаторов колеблется в пределах 65–83 % [1]. Увеличение химического КПД газификатора повысит КПД всей ПГУ-ВЦГ.

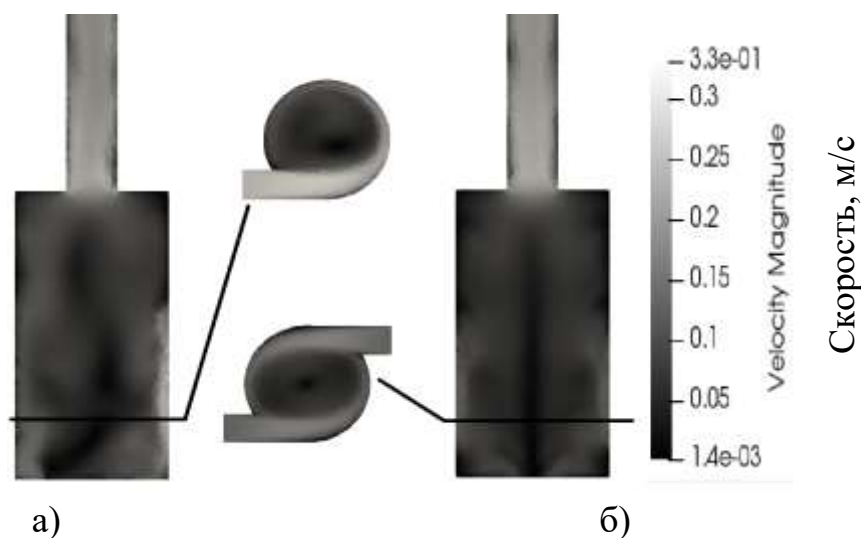
Работа газификатора во многом зависит от характера движения несущей среды. В частности, закручивание потока увеличивает время нахождения топлива в газификаторе, а также способствует лучшему перемешиванию, что положительно сказывается на процессах сжигания и газификации топлива.

Для исследования аэродинамических особенностей разрабатываемого в УрФУ двухступенчатого газификатора [2] применяется CFD-метод, позволяющий определять основные характеристики среды в каждой точке газификатора и выявлять пути повышения химического КПД [3]. Целью данной работы является сравнение эффективности конструкций газификатора с одним и с двумя тангенциальными соплами в первой ступени.

Моделирование проводилось на сетке с 306481 элементами для конструкции с одним тангенциальным соплом и с 328136 расчетными элементами для конструкции с двумя симметрично расположенными тангенциальными соплами. Использовалась подмодель турбулентности k-epsilon Linear Production. Входные граничные условия определялись массовым расходом воздуха (2,15 кг/ч в первую ступень и 0,07 кг/ч во вторую). Принята гипотеза полного прилипания среды к стенке. Расчеты осуществлялись с помощью алгоритма SIMPLEC. Полученные в результате расчетов поля скорости приведены на рисунке.

Из рисунка видно, что при подаче окислителя в первую ступень через одно сопло возникают значительные градиенты скорости и давления, что может привести к нестабильности процесса горения и преждевременному износу оборудования. При добавлении второго сопла градиенты снижаются, стабильность горения возрастает,

увеличивается время пребывания частиц топлива и продуктов сгорания в газификаторе. В рамках дальнейших исследований планируется провести расчеты процессов газификации угольной пыли и биомассы.



Скорость в первой ступени газификатора: а) одно сопло; б) два сопла

Список использованных источников

1. Ramirez O. M., Corredor L. Technical, economical and environmental evaluation of large scale commercial coal gasifiers // Proc. of the ASME Intern. Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE). 2013. V. 6 A.
2. Никитин А. Д., Худякова Г. И., Рыжков А. Ф. Использование биомассы в дополнение к основному топливу на ПГУ с внутрицикловой газификацией // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (Екатеринбург, 12–16 декабря 2016 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2016. С. 600–604.
3. Abaimov N. A., Ryzhkov A. F. Development of advanced air-blown entrained-flow two-stage bituminous coal IGCC gasifier // EPJ Web of Conferences. 2017. V. 159. P. 0001.

УДК 662.71

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРОВОЙ АКТИВАЦИИ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ В РЕАКТОРЕ С ВНЕШНИМ НАГРЕВОМ